

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

PCT/JP2004/010415
30.08.2004

REC'D 24 SEP 2004

WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 9月30日

出願番号
Application Number: 特願2003-342195
[ST. 10/C]: [JP2003-342195]

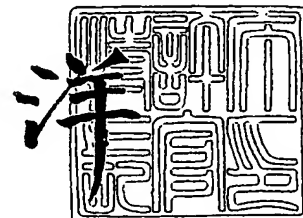
出願人
Applicant(s): 積水化学工業株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 8月25日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



【書類名】 特許願
【整理番号】 03P01149
【提出日】 平成15年 9月30日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H01L 21/00
H05H 1/46
【発明者】
【住所又は居所】 京都府京都市南区上鳥羽上調子町 2 - 2 積水化学工業株式会社
内
【氏名】 伊藤 巧
【発明者】
【住所又は居所】 京都府京都市南区上鳥羽上調子町 2 - 2 積水化学工業株式会社
内
【氏名】 上原 剛
【特許出願人】
【識別番号】 000002174
【氏名又は名称】 積水化学工業株式会社
【代表者】 大久保 尚武
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 005083
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

複数の電極部材が間隙を有して一直線状に並べられた第 1 電極群と、他の複数の電極部材が間隙を有して一直線状に並べられた第 2 電極群とを備え、該第 1 電極群と第 2 電極群とを中心間隙を有して対向させ、前記第 1 電極群と第 2 電極群とに極性の異なる電圧を印加して前記中心間隙内で放電させ、前記中心間隙を介して処理ガスを流し被処理物に吹き付けてプラズマ処理を行うプラズマ処理装置の電極構造であって、

前記第 1 電極群および第 2 電極群の前記間隙は、前記中心間隙と傾斜して交差する傾斜間隙であり、該傾斜間隙で分割された隣接する前記電極部材には極性の異なる電圧を印加して前記傾斜間隙内でも放電するものであることを特徴とするプラズマ処理装置の電極構造。

【請求項 2】

前記第 1 電極群および／または第 2 電極群の傾斜間隙は 2 本以上形成され、その傾斜方向が交互に異なるように形成され、前記一直線状に並ぶ複数の電極部材のうち中央部に位置する電極部材は台形状であることを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマ処理装置の電極構造。

【請求項 3】

前記第 1 電極群の傾斜間隙と、第 2 電極群の傾斜間隙とは、該中心間隙との交差位置がずらしてあることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のプラズマ処理装置の電極構造。

【請求項 4】

前記複数の電極部材は、前記中心間隙および傾斜間隙に形成される電極面のコーナー部分がアール加工され、鋭角側のコーナー部分には小さいアールが形成され、鈍角側のコーナー部分には大きいアールが形成されていることを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載のプラズマ処理装置の電極構造。

【請求項 5】

請求項 1～4 のいずれかに記載の電極構造を有し、隣接する電極部材に極性の異なる電圧を印加して前記中心間隙および傾斜間隙内で放電させ、前記中心間隙および傾斜間隙を介して処理ガスを流し前記被処理物に吹き付ける前記ノズルヘッドを備え、前記被処理物と前記ノズルヘッドとの少なくとも一方を、前記中心間隙と交差する方向に移動させる搬送手段を備えることを特徴とするプラズマ処理装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】プラズマ処理装置の電極構造および該電極構造を備えるプラズマ処理装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、被処理物の表面に親水性処理等の表面改質処理を行うことや、被処理物の表面を洗浄処理することなどができるプラズマ処理装置の電極の構造に係り、特に、大型の被処理物に均一な表面改質処理や洗浄処理などを行うことができるプラズマ処理装置の電極構造に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、この種のプラズマ処理装置の電極構造として、特許文献1に記載されている液晶用ガラス基板の洗浄方法で使用する処理装置の電極構造は、ガラス基板の幅を超える長さの上下の平行平板型の放電電極の双方の対向面は固体誘電体で被覆されており、上部電極と下部電極との間に電界を印加することにより放電プラズマを発生させ、この間を液晶用ガラス基板が搬送されることにより、ガラス基板の表裏両面の洗浄がなされるものである。図示の例では、2つの平面視長方形の電極板が平行状態に対向して配置されている。一般的に、電界が印加される対向する電極板は、被処理物の搬送方向と直交する方向の幅以上の長さのものが使用される。

【0003】

また、特許文献1の他の実施例として、図8に示されるリモートプラズマ処理装置は、電源51、電極52、53、固体誘電体54、ガス放出口55、被処理基材56、ガス導入管57、搬送ロール58を備え、処理ガスが矢印方向にガス導入管から電極52、53の間の放電空間に導入され、電極間に電界を印加することにより放電プラズマを発生させ、その放電プラズマをガス放出口55から液晶用ガラス基板等の被処理基材56に吹き付け、リモートプラズマ装置そのものを移動させるか、基材56を搬送ロール58により移動させることによりガラス基板表面の洗浄処理がなされるものである。

【特許文献1】特開2002-143795号公報（段落[0036]、[0038]、図2、4）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

近年、例えば、被処理物として液晶用ガラス基板をプラズマ処理により洗浄処理する場合、液晶用ディスプレイの大型化にともないガラス基板が大型化しているため、大型のガラス基板を処理するには、プラズマ処理装置の電極板を長尺にする必要がある。そこで、前記構造のプラズマ処理装置の電極構造を被処理物の長さに合わせて長尺化すると、寸法精度を確保することが難しくなり、電極板に作用するクーロン力や放電面の温度上昇により電極板自体が撓みやすくなる。そのため、放電空間を形成する間隙の幅が不均一となりやすく、不均一となると放電状態が安定せず表面処理の均一性が損なわれる。

【0005】

前記のクーロン力に対抗するには、電極板の厚さを増し剛性を高めることが考えられるが、厚さを増すと電極重量が増大し、これを支持する支持構造が大型化して材料費や加工費が上昇してしまう。また、電極板を単純に長尺にすると、電極板に電圧を印加するための供給電力が足りなくなる問題があり、さらに、長尺の電極板に合わせて大きな誘電体が必要となり、長尺の誘電体は手に入れにくいと共にコストが高く、あるいは作製できないという問題点があった。

【0006】

このような不具合を除去すべく、図9、10に示すように電極を複数構成としてつなぎ合わせて電極群とし、それぞれのホット電極にそれぞれの電源60を用意し、対向するアース電極を接地Gすることが考えられる。この場合、ホット電極61、62と、これに対向するアース電極63、64の各電極のコーナー部分は電界集中を防ぐためアールが付けら

れており、コーナー部分では電極間隔が広がって放電が立たず、電極の接続部分での放電状態が安定せず、この結果安定したプラズマ状態とならないため均一なプラズマ処理ができず、被処理物の表面に処理抜け部分が発生する虞があった。図9、10の電極間の微細な点で示される部分は放電状態を示し、電極表面には固体誘電体層が形成されている。

【0007】

すなわち、図9に示すように複数の電極61～64をつなぎ合わせ、ホット電極61、62それぞれに電源60を用意し、これらの電極をホット電極61、62同士、あるいはアース電極63、64同士を平行に配置させた場合、それぞれのホット電極61、62につないだ電源60、60の周波数は全く同じ周波数、同じ位相で電力を供給することができない場合には、ホット電極間の電位差は一方の電圧が正、もう一方の電圧が負の時には通常のホット電極とアース電極と電位差の2倍強くなるため、電源や電極が破損することもありうる。したがって、電極の付け合せの距離を遠くする必要があり、その場合は放電の無い領域が広くなり、処理抜けの領域が広がる。図9の例では、電極61、63間の間隙Da、電極62、64間の間隙Dbでは放電が安定しているが、ホット電極61、62同士の間の間隙Dcでは放電が不安定となり、アース電極63、64同士の間の間隙Ddでは放電が立たない。このため、間隙Da、Dbと直交する方向に被処理物を搬送すると、間隔C1の部分でプラズマ処理が不均一となる。

【0008】

また、図10に示すようにホット電極61の隣にアース電極64を位置させ、アース電極63の隣にホット電極62を位置させ、電源60を互い違いに配置した場合、間隙Da、Dbは安定放電すると共に、ホット電極とアース電極の付け合せ部分である間隙Dc、Ddは通常のホット電極とアース電極間と同じ電位差が生じ、この領域にも安定な放電が得られる。しかし、それでも電極のコーナー部分の対向面は放電が立たず、間隔C2の部分で処理抜けが生じる。さらにホット電極同士の最も距離の近いコーナー部分は電位差が大きくなり、電極が破損する可能性があるため、アールを大きくする必要がある。すると、さらに放電の立たない領域は広くなり、処理抜けの領域はさらに大きくなる。プラズマ処理を均一化するため、複数回の処理を行うこともあった。

【0009】

本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、電極を複数の電極部材で構成し、放電の立たない領域を補完することにより放電状態を安定させ、幅の広い被処理物に対して均一なプラズマ処理を可能とするプラズマ処理装置の電極構造を提供することにある。また、放電空間を構成する電極の破損を防止し、電極の構成を簡単にでき、電極重量の増加を防止できるプラズマ処理装置の電極構造を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

前記目的を達成すべく、本発明に係るプラズマ処理装置の電極構造は、複数の電極部材が間隙を有して一直線状に並べられた第1電極群と、他の複数の電極部材が間隙を有して一直線状に並べられた第2電極群とを備え、該第1電極群と第2電極群とを中心間隙を有して対向させ、第1電極群と第2電極群とに極性の異なる電圧を印加して中心間隙内で放電させ、中心間隙を介して処理ガスを流し被処理物に吹き付けてプラズマ処理を行うプラズマ処理装置の電極構造で、第1電極群および第2電極群の前記間隙は、処理ガスの流れる方向から見たとき、中心間隙と傾斜して交差する傾斜間隙であり、傾斜間隙で分割された隣接する電極部材には極性の異なる電圧を印加して傾斜間隙内でも放電するものであることを特徴とする。

【0011】

前記のごとく構成された本発明のプラズマ処理装置の電極構造は、複数の電極部材で構成され、中心間隙と接合する傾斜間隙にも処理ガスが流れ、中心間隙と傾斜間隙とが接合する放電の立たない領域を、放電して処理ガスが流れる傾斜間隙で補完することにより、その影響を少なくすることができ、幅の広い被処理物でも均一なプラズマ処理を行うこと

ができる。また、均一なプラズマ処理を行うことができる電極構造を、個々の電極部材の長さを被処理物の幅の数分の1程度に短くでき、電極部材の厚さを増さなくてもクーロン力などに対抗でき、プラズマ処理装置の軽量化を図ることができる。

【0012】

また、本発明に係るプラズマ処理装置の電極構造の好ましい具体的な態様としては、前記第1電極群および/または第2電極群の傾斜間隙は2本以上形成され、その傾斜方向が交互に異なるように形成され、一直線状に並ぶ複数の電極部材のうち中央部に位置する電極部材は台形状であることを特徴としている。このように構成すると、2本以上の傾斜間隙の傾斜方向が交互に異なっているため、放電の立たない領域を確実に補完することができる、均一なプラズマ処理を安定して行うことができる。

【0013】

さらに、本発明に係るプラズマ処理装置の電極構造の好ましい具体的な他の態様としては、前記第1電極群の傾斜間隙と、第2電極群の傾斜間隙とは、該中心間隙との交差位置がずらしてあることを特徴とし、前記複数の電極部材は、中心間隙および傾斜間隙が形成する電極面のコーナー部分がアール加工され、鋭角側のコーナー部分には小さいアールが形成され、鈍角側のコーナー部分には大きいアールが形成されていることを特徴としている。傾斜間隙と中心間隙との接合点をずらすことにより放電の立たない領域の影響を少なくできる。また、鋭角側のコーナー部分のアール加工を小さくし、鈍角側のコーナー部分のアール加工を小さくすることにより円弧の始まり部分を接近させて放電の立たない領域の影響を少なくできる。さらに、アール加工により電極の破損を防止してプラズマ処理装置の耐久性を向上できる。

【0014】

本発明に係るプラズマ処理装置は、前記のいずれかに記載の電極構造を有し、隣接する電極部材に極性の異なる電圧を印加して中心間隙および傾斜間隙内で放電させ、中心間隙および傾斜間隙を介して処理ガスを流し被処理物に吹き付けるノズルヘッドを備え、被処理物とノズルヘッドとの少なくとも一方を、中心間隙と交差する方向に移動させる搬送手段を備えることを特徴とする。この構成によれば、傾斜間隙により分割された複数の電極部材からなる第1及び第2の電極群の対向する中心間隙に処理ガスを流し、隣接する電極部材には極性の異なる電圧を印加して放電させ、隣接する電極部材間の傾斜間隙にも処理ガスを流すことにより、幅の広い大型の被処理物であっても均一なプラズマ処理を行うことができる。しかも電極構造を厚肉にしないですむため、軽量化することができる。

【発明の効果】

【0015】

本発明のプラズマ処理装置の電極構造によれば、電界印加時のクーロン力による電極部材の撓み量を低減できるため電極部材の小型軽量化を達成でき、処理幅の広い大型の被処理物であっても一度の処理で処理抜けのない表面改質処理や洗浄処理が可能となり、処理能力が向上する。また、電極の破損を防止できるため電極コストを削減でき、ホット電極とアース電極との間のアーク放電を防止して均一な表面処理や洗浄処理が可能となる。さらに、幅の広い被処理物を一度に均一に表面処理でき、部品交換等のコスト削減が可能なプラズマ処理装置を提供できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明に係るプラズマ処理装置の電極構造の一実施形態を図面に基づき詳細に説明する。図1は、本実施形態に係る電極構造を用いた常圧プラズマ処理装置の要部の断面図、図2は、図1のA-A線に沿う要部断面図、図3は、図1、2の電極構造と吹き出し口との関係を示す分解斜視図である。なお、図3では固体誘電体を省略している。本発明に係る電極構造は、対向する電極に電圧を印加することにより放電プラズマを発生させ、対向する電極間の放電空間を介して処理ガスを被処理物に、例えば吹き付けて、被処理物の表面改質処理や洗浄処理を行うリモート式のプラズマ処理装置に適用される。

【0017】

図1～3において、プラズマ処理装置Mは、被処理物であるワークWに放電プラズマを吹き付けるノズルヘッド1を備え、ノズルヘッドは処理ガス源2から処理ガスが導入される処理ガス導入部10と、放電処理部20とを備えている。また、プラズマ処理装置Mはワークを移動させる搬送手段3と、放電処理部20の複数の電極部材に電圧を印加する電源4とを備えており、放電処理部20の上部に処理ガス導入部10が位置し、放電処理部20の下方に搬送手段3が位置し、放電処理部20の下面と搬送手段3との間を被処理物であるワークWが搬送される構成となっている。そして、電源4は、後述する放電処理部20の内部の複数の電極部材にパルス状の電圧を印加するものである。以下、各構成部分について、詳細に説明する。

【0018】

処理ガス導入部10はプラズマ処理を行う際に放電処理部20の放電空間に処理ガスを送り込む部分であり、容器状をしており、内部に処理ガス源2から配管を介して処理ガスが導入される2本のパイプ11を備えている。この2本のパイプは紙面と直交する方向に延在しており、ワークWの搬送方向WAと直交する方向のワークWの全幅より大きい幅を有している。2本のパイプ11は上下の板状の支持部材12, 13により所定の間隔で支持されてユニット化され、支持部材の上下にはチャンバー14, 15が形成されている。

【0019】

上方の支持部材12には、短い間隔で多数の貫通孔16が上下方向に貫通しており、この貫通孔はパイプ11を貫通しており、パイプの内部と上方のチャンバー14とが連通している。処理ガス導入部10の底面には、外部に開口するスリット17が形成され、このスリットは上方に向けて広がるように形成され、下方のチャンバー15と連通している。したがって、処理ガス源2から導入された処理ガスは2本のパイプ11内に入り、貫通孔16を通して上方のチャンバー14に入り、上下のチャンバーをつなぐ隙間18を通して下方のチャンバー15に入り、下方のスリット17から外部に吹き出されるように構成されている。この構成により、処理ガスの吹き出しはスリット17の長手方向の全ての位置で均一となるように設定されている。

【0020】

放電処理部20は、ケース状の本体部21の内部に4つの電極部材がセラミックや樹脂等の絶縁材からなるホルダ22を介して内蔵されている。4つの電極部材はワークWの搬送方向WAに直角に交差する方向に沿って2列に2個ずつ平行に配列されている。第1電極群23を構成する2個の電極部材23A, 23Bと、第2電極群24を構成する2個の電極部材24A, 24Bとは所定の幅を有する中心間隙25を介して対向している。第1, 2電極群の各2個の電極部材は傾斜間隙26により分割され一直線状に並んでおり、傾斜間隙26は中心間隙25と所定の角度で傾斜して交差している。従来の電極を分割する間隙は、処理ガスが流れる方向から見たとき、すなわち水平方向において中心電極に対して直角に交差して形成されていたが、本実施形態では中心間隙25と傾斜間隙26とは30度の角度で交差しており、中心間隙25及び傾斜間隙26の幅は、1～3mm程度が好ましい。各電極部材に電圧が印加されているとき、中心間隙25と傾斜間隙26が放電空間となる。傾斜角度としては30～60度程度が好ましい。

【0021】

4つの各電極部材23A, 23B, 24A, 24Bは、銅、アルミニウム等の金属単体、ステンレス、黄銅等の合金、金属間化合物等から構成される。各電極部材の少なくとも電極対向面は、アーク放電を防止するためにアルミナ等の固体誘電体27のコーティング層で被覆されており、コーティング層の厚さは0.01～4mm程度が好ましい。固体誘電体として、アルミナの他に、セラミックスや樹脂等の板状物、シート状物、フィルム状のものをを用いて電極部材の外周面を被覆してもよい。各電極部材の長さは、それぞれ凡そ1m程度であり、2本の電極部材を長手方向に並べることで約2mの長さとしており、2m弱の有効処理幅を形成している。

【0022】

各電極部材23～24は、少なくとも中心間隙25および傾斜間隙26のコーナー部分

がアーク放電を防止するために、図4に示されるようにアール加工がされている。本実施形態では、各電極部材は全てのコーナー部分がアール加工されている。そして、中心間隙25と傾斜間隙26との接合部において、傾斜角度 θ の鋭角側のコーナー部分には小さいアールが形成され、鈍角側のコーナー部分には大きいアールが形成されている。具体的には、図4aに示すように、小さいアール加工の曲率半径 R_a は3mm程度で、大きいアール加工の曲率半径 R_b は40mm程度となっている。

【0023】

このように中心間隙25と傾斜間隙26との接合部にアール加工を行うことで、アール加工の円弧部分を鋭角側と鈍角側でそろえることができ、放電しない領域を少なくすることができる。なお、傾斜間隙26の傾斜角度が90度に近いほど曲率半径の違いを少なくすることが好ましく、図4bのように傾斜角度 θ_1 が45度程度のときには小さい曲率半径 R_a を3mmとすると大きい曲率半径 R_c は15mm程度に、図4cのように傾斜角度 θ_2 が60度程度のときには小さい曲率半径 R_a を3mmとすると、大きい曲率半径 R_d は8mm程度が好ましい。

【0024】

ケース状の本体部21の上面には、横方向にスリット28が形成され、このスリットは処理ガス導入部10の下面のスリット17と一致している。したがって、処理ガス導入部10のスリット17から出た処理ガスは、本体部21のスリット28から本体部21の内部に進入し、複数の電極部材の電極面間の中心間隙25と、これに接合する傾斜間隙26を通して下方に移動し、本体部21底面の仕切り板29の吹き出し口29aから吹き出される構成となっている。

【0025】

本体部21の側面には各電極部材を水平方向に進退させる押しボルト30と引きボルト31が装着され、押しボルト30を右回転させることでホルダ22を押して各電極部材を進出させ中心間隙25を狭めることができ、押しボルト30を緩めて引きボルト31を右回転させることにより各電極部材を後退させ中心間隙25を広げることができると共に、中心間隙25を一直線状にすることができる。中心間隙25の幅は一定であることが好ましく、一定にすることで各電極間の放電状態を安定させることができ、均一なプラズマ処理が可能となる。押しボルト30と引きボルト31は、前記のように中心間隙25を調整する機能と共に、電極部材が電圧印加時にクーロン力を受けたりして撓むのを防止する機能を有する。

【0026】

傾斜間隙26の中心間隙25と交差する位置は、第1電極群23と第2電極群24とで距離 d (図2参照)だけずれている。このずらし距離 d は、電極部材23Aと23Bとの間の傾斜間隙26が作る放電領域と、電極部材24Aと24Bとの間の傾斜間隙26が作る放電領域とが搬送方向で重なるように設定されている。第1電極群23の傾斜間隙26と第2電極群24の傾斜間隙26とが一直線状に形成されると、接合部分の間隔が大きくなって放電が起こりにくくなり、均一なプラズマ処理が達成できないが、前記のように距離 d だけずらすことにより放電の立たない領域を補完することができる。ずらし方向は、図2において、第1電極群23に対して第2電極群24を左方にずらすと、電極部材の共通化ができて好適である。

【0027】

搬送手段3は、例えば複数のローラ3aを回転させるローラコンベアからなり、被処理物であるガラス基板等のワークWを搬送して放電処理部20の下方に搬送するものであり、一定の搬送速度でワークWを搬送することによりワークWのプラズマ処理を均一に行うことができる。搬送手段3はワークWを搬送する構成であるが、ワークWを固定しておき放電プラズマを吹き付けるノズルヘッド1を搬送するように構成することもできる。搬送手段はベルトコンベアや、上下のローラでワークを挟んで搬送するもの等の他の搬送手段で構成してもよい。

【0028】

電源4は放電処理部20内の4つの電極部材23A, 23B, 24A, 24Bに極性の異なるパルス状の電圧を印加するものであり、一方の電極部材にパルス状電圧を印加し、対向する他方の電極部材を接地して電極間の間隙に放電を立たせるものである。パルス状の電圧は立上り時間及び立下り時間が $10\mu\text{s}$ 以下で、電界強度が $10\sim 100\text{kV/cm}$ 、周波数は 0.5kHz 以上であることが好ましい。電源4から出力されたパルス状の電圧は、例えば電極部材24A, 23Bに印加され、他の電極部材23A, 24Bは接地されるように接続されるため、隣接する電極の極性が異なるように電圧が印加される構成となっている。

【0029】

なお、電極に印加される電圧はパルス状電圧に限らず、連続波の電圧でもよい。パルス状の電圧はインパルス型や矩形波型等の各種の波形のものを用いることができる。電源を複数使用するときは、パルス状電圧は同期がとれていることが好ましいが、必ずしも同期していることを要しない。また、電源として1つの電源を使用し、複数の電極部材に同時に印加させるように構成してもよい。

【0030】

このプラズマ処理装置Mは、大気圧近傍の圧力下で処理が行われることが好ましい。大気圧近傍の圧力とは、 $100\sim 800\text{Torr}$ (約 $1.333\times 10^4\sim 10.664\times 10^4\text{Pa}$)の圧力であり、実際には圧力調整が容易で、かつ放電プラズマ処理に使用される装置が簡便となる、 $700\sim 780\text{Torr}$ (約 $9.331\times 10^4\sim 10.397\times 10^4\text{Pa}$)の圧力が好ましい。また、プラズマ処理される被処理材の表面に、放電プラズマを接触させて活性化する際には、被処理材は加熱されていても、冷却されていてもよく、室温に保たれていてもよい。

【0031】

前記のように構成されたプラズマ処理装置Mの動作について説明する。ノズルヘッド1の処理ガス導入部10で処理ガス源2から供給された処理ガスは、パイプ11から貫通孔16を通して上方のチャンバー14に進出し、隙間18を通過して下方のチャンバー15に進出し、ワークWの幅方向に均一化されて下方のチャンバー15からスリット17で構成されるガス導入路を通して放電処理部20の本体部21内にスリット28を通して進入する。

【0032】

放電処理部20内では、処理ガスは4つの電極部材23A, 23B, 24A, 24Bの中心間隙25および傾斜間隙26の間に均一に導入される。2つの電源4から電極部材23B, 24Aにパルス状電圧が印加されると、中心間隙25および傾斜間隙26は放電空間となってグロー放電が発生し、処理ガスがプラズマ化され活性化されて、吹き出し口29aからワークWに吹き付けられワーク表面の洗浄等の表面処理を行うことができる。各電極部材のコーナー部分はアール加工されて放電は立たないが、傾斜間隙26と中心間隙25の接合点が第1電極群23と第2電極群24で距離dだけずれて補完されるため、中心間隙25での放電プラズマは均一化される。

【0033】

プラズマ化された処理ガスは、中心間隙25および傾斜間隙26を介して幅広のワークWの全幅に亘って吹き付けられ、放電しない領域は他の放電部で補完されて放電状態が安定するため、ワークWの表面は均一に洗浄処理されて処理抜けの領域が発生することはない。また、幅の広いワークを均一処理するために長尺の電極を使用せず、複数の電極部材をつなぎ合わせて使用するため、各電極部材の寸法精度を高めることができ、固体誘電体も短尺ですみ作製が容易となると共に、剛性を増すために厚肉にする必要がなく電極部分の軽量化が可能となる。

【0034】

さらに、複数の電極部材は、それぞれホルダ等の支持部材で支持されるため、電圧を印加したときに電極間に発生するクーロン力などにも容易に対抗でき、放電空間を形成する中心間隙や傾斜間隙の隙間寸法の変化を防止できる。そして、複数の電極部材に別々に電

圧を印加することで、供給電力が足りなくなることを防止できる。ワークWは搬送手段3により所定の速度で搬送され、プラズマ化された処理ガスの吹き付けエリアがワークWの移動に伴って徐々に移動して、ワークWの広いエリアを均一にプラズマ処理することができる。なお、表面処理として洗浄処理について説明したが、親水性処理や撥水性処理等の表面改質処理も、同様に均一に行うことができる。

【0035】

本発明の他の実施形態を図5、6に基づき詳細に説明する。図5は本発明に係るプラズマ処理装置の電極構造の他の実施形態の断面図、図6は電極構造と吹き出し口との関係を示す分解斜視図である。この実施形態は前記した実施形態に対し、一直線状に並ぶ複数の電極を分割する傾斜間隙の傾斜方向が交互に異なっており、中間部に位置する電極が台形状であることを特徴とする。そして、他の実質的に同等の構成については同じ符号を付して詳細な説明は省略する。なお、図6では固体誘電体を省略している。

【0036】

図5、6において、第1の電極群35は電極部材35A～35Dを一直線状に並べて構成され、第2の電極群36は電極部材36A～36Dを一直線状に並べて構成されている。第1の電極群35と第2の電極群36とは中心間隙37を挟んで対向している。複数の電極部材35A～35D、36A～36Dを分割している傾斜間隙38は例えば30度の角度で傾斜して中心間隙37と交差し、その傾斜方向が交互に異なる方向に同じ角度で傾斜しているため、両端を除く中央部の電極35B、35C、36B、36Cは左右対称の台形状をしている。

【0037】

複数の電極部材35A～35D、36A～36Dは、前記の実施形態と同様に少なくとも隣接する電極部材との対向面に固体誘電体39が形成され、第1の電極群35の傾斜間隙38と第2の電極群36の傾斜間隙38とは中心間隙37との交差位置がずらしてある。そして、複数の電極部材35A～35D、36A～36Dは、図示していないが前記の実施形態と同様に、中心間隙37および傾斜間隙38に形成される電極面のコーナー部分がアール加工され、鋭角側のコーナー部分には小さいアールが形成され、鈍角側のコーナー部分には大きいアールが形成されている。

【0038】

第1電極群35と第2電極群36とに電源4から極性の異なる電圧を印加して中心間隙37内で放電させると共に、傾斜間隙38内でも放電をさせるように構成されている。具体的には、各電極部材に交互に電圧を印加することで中心間隙37および傾斜間隙38内で放電をさせている。中心間隙37および傾斜間隙38には前記の実施形態と同様に処理ガスが流される。そして、プラズマ状態となった処理ガスが仕切り板29の吹き出し口29aからワークに吹き付けられるように構成されている。

【0039】

この実施形態においては、前記の実施形態と同様の効果を有するほかに、傾斜間隙38の傾斜方向が交互に異なっているため、放電が不均一な領域を少なくでき、放電の立たない領域を確実に補完することができ、幅の広い被処理物であっても均一な表面処理を可能とする。また、傾斜間隙38は2本以上形成され、一直線状に並べられた電極群は3つ以上の電極部材から構成されるため、1つの電極部材の長さを短くしても剛性を有し、電極部材の厚さを薄くできるため、ノズルヘッド部分の小型化と軽量化を達成できる。

【実施例】

【0040】

被処理物であるワークWとして、液晶表示パネルに使用するITO基板を使用した。この基板は未処理の状態では水の接触角は95度であった。処理ガスとして窒素ガスを使用し、800slmで流した。基板の搬送速度は毎分2mとした。実施例と後述する比較例の電極部材に電圧を印加する電源として、12A、7.5kWの電源装置を使用し、周波数15kHz、ピーク電圧Vppが15kVのパルス状の電圧を電極部材24A、23Bに印加し、電極部材23A、24Bを接地した。

【0041】

実施例1の電極部材の形状として図2～4の形状を採用し、ホット電極23B, 24Aの中心の長さが1013mm、アース電極23A, 24Bの中心の長さが987mmで、電極の厚みは30mm、傾斜間隙26の傾斜角度を30度とし電極の鋭角の角度が30度、鈍角の角度が150度としている。ホット電極とアース電極との合計の幅寸法は2mとした。そして電極の鋭角部のアールを3mm、鈍角部のアールを40mmとした。固体誘電体はアルミナであり、0.5mmの厚さに溶射し、ホット電極とアース電極との中心間隙25および傾斜間隙26は、全て1mmとした。

【0042】

実施例2の電極部材の形状として図5, 6の形状を採用し、第1電極群35および第2電極群36の電極部材の長さを左方より、それぞれの中心の長さで電極部材35A, 36Aが513mm、電極部材35B, 36Bが526mm、電極部材35C, 36Cが487mm、電極部材35D, 36Dが474mmとし、電極部材の厚みは30mm、傾斜間隙の傾斜角度を30度とし電極部材の鋭角側コーナー部分の角度が30度、鈍角側コーナー部分の角度が150度としている。第1電極群35および第2電極群36の合計の幅寸法は2mとした。そして電極部材の鋭角部のアールを3mm、鈍角部のアールを40mmとした。固体誘電体はアルミナであり、0.5mmの厚さに溶射し、中心間隙37および傾斜間隙38は、全て1mmとした。

【0043】

そして、第1電極群35は、1番目と3番目の電極部材35Aおよび35Cを接地してアース電極とし、2番目と4番目の電極部材35B, 35Dを電源4に接続してホット電極とした。また、第2電極群36は、第1電極群35とは反対に接続し、2番目と4番目の電極部材36Bおよび36Dは接地してアース電極とし、1番目と3番目の電極部材36A, 36Cは電源4に接続してホット電極として、パルス状の電圧を印加した。このように電圧を印加することで、隣接する電極部材には異なる極性の電圧が印加され、各電極部材間の中心間隙37および傾斜間隙38はグロー放電して放電空間となる。比較例として、図7に示す電極部材40, 40を使用し、一方の電極部材に電源4を接続し、他方の電極部材を接地した。この電極部材の全幅寸法は2mであり、電極部材の厚みは30mmで対向する面にはアルミナのコーティング層41を溶射した。

【0044】

実験の結果は、実施例1では電極部材のつなぎ合わせの部分の前後の10cmの部分で3mm間隔で水の接触角を測定したところ、全ての接触角が25°以下であり、基板全面に水をかけたところ満遍なく濡れて処理抜けは無かった。実施例1ではトータルの電力は4.5kWであった。また、実施例2では全ての接触角が16°以下であり、トータルの電力は8.9kWであった。

【0045】

これに対し、比較例の基板全面に水をかけたところ、水の濡れない部分があり処理抜けがあった。比較例ではトータルの電力は2.1kWであり、水の接触角は42度であった。このように、実施例1, 2では水の接触角度が小さく、全面に均一に処理がなされているのに対し、比較例では水の接触角度が大きく、水の濡れない部分があって均一な洗浄処理はできなかった。

【0046】

以上、本発明の一実施形態について詳述したが、本発明は、前記の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の精神を逸脱しない範囲で、種々の設計変更を行うことができるものである。例えば、プラズマ処理として、被処理物の表面を洗浄する例を示したが、成膜、エッチング、表面改質やアッシング等の各種処理にも適用できることは勿論である。また、対向する電極間での放電は、グロー放電に限らず、コロナ放電、アーク放電等の放電でもよく、大気圧近傍での処理に限らず減圧下での表面処理にも適用できる。

【0047】

常圧プラズマ処理装置の搬送手段として、被処理材を移動する構成について示したが、ノズルヘッド部分を被処理材に対して移動するように構成してもよい。放電処理部に処理ガスを導入する処理ガス導入部を備える構成を示したが、放電処理部に直接処理ガス源から導入するように構成してもよく、途中に処理ガスの圧力変化を防止する圧力調整弁を備えるように構成してもよい。処理ガスは吹き出し口を通して被処理物に吹き付ける構成としたが、中心間隙や傾斜間隙から直接吹き付ける構成でもよい。

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図1】本発明に係る電極構造の一実施形態を用いた常圧プラズマ処理装置の要部断面図。

【図2】図1のA-A線に沿う要部断面図。

【図3】図1, 2の電極構造と吹き出し口との関係を示す分解斜視図。

【図4】(a)は中心間隙と傾斜間隙との接合するコーナー部分の要部拡大図、(b)、(c)はそれぞれ他のコーナー部分の要部拡大図。

【図5】本発明に係るプラズマ処理装置の電極構造の他の実施形態の平面図。

【図6】図5の電極構造と吹き出し口との関係を示す分解斜視図。

【図7】比較例の電極構造を示す平面図。

【図8】従来のリモートプラズマ処理装置を示す概略構成図。

【図9】従来の電極構造を示す要部断面図。

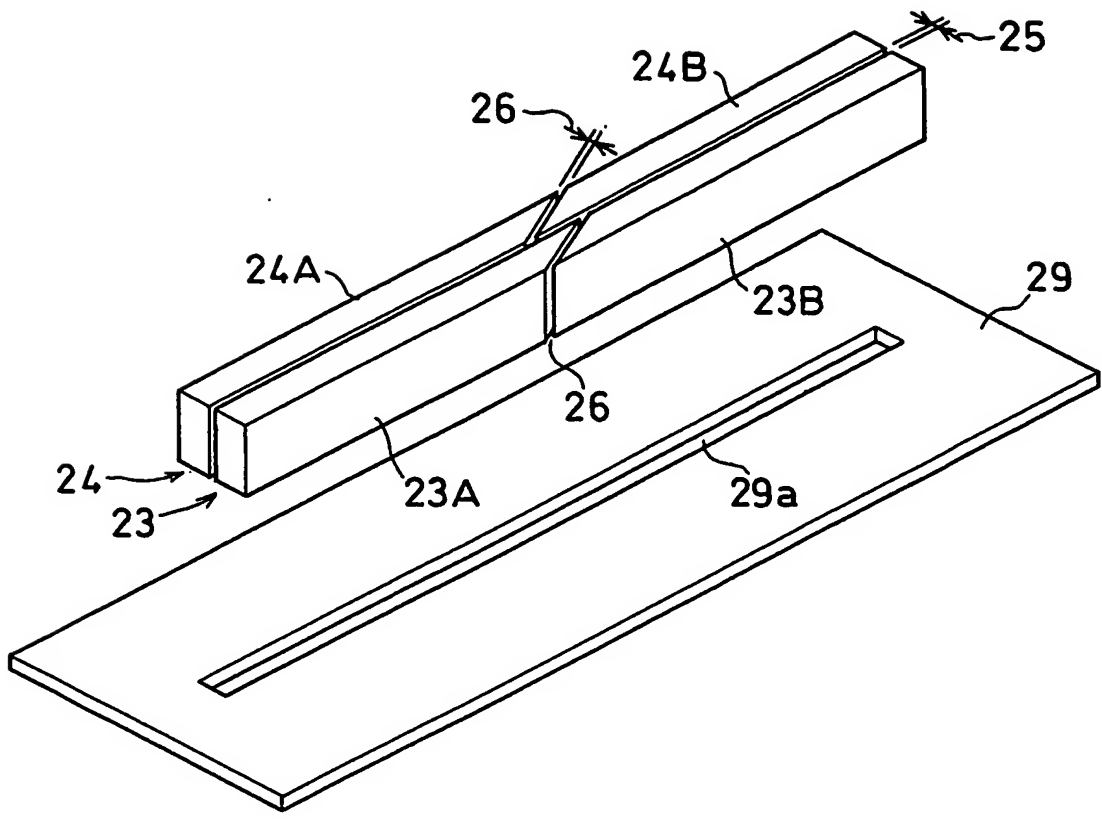
【図10】従来の他の電極構造を示す要部断面図。

【符号の説明】

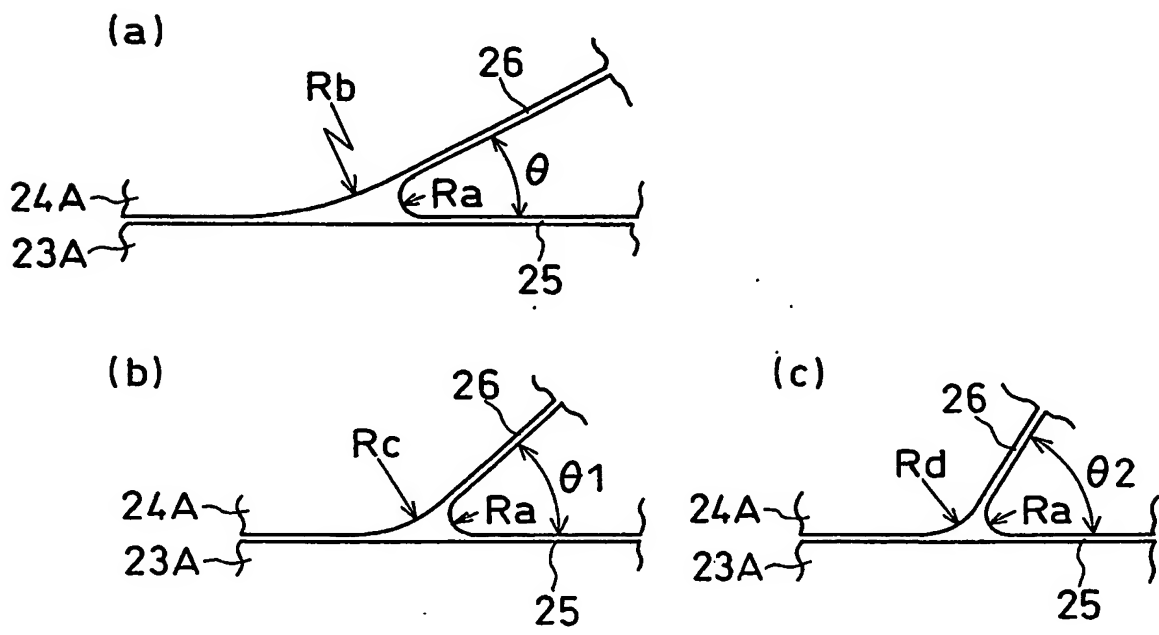
【0049】

M：プラズマ処理装置、1：ノズルヘッド、2：処理ガス源、3：搬送手段、4：電源、10：処理ガス導入部、20：放電処理部、23, 35：第1電極群、24, 36：第2電極群、24A, 23B：電極部材（ホット電極）、23A, 24B：電極部材（アース電極）、25, 37：中心間隙、26, 38：傾斜間隙、29a：吹き出し口、35B, 35D, 36A, 36C：電極部材（ホット電極）、35A, 35C, 36B, 36D：電極部材（アース電極）、d：距離（ずらし距離）、W：ワーク（被処理物）

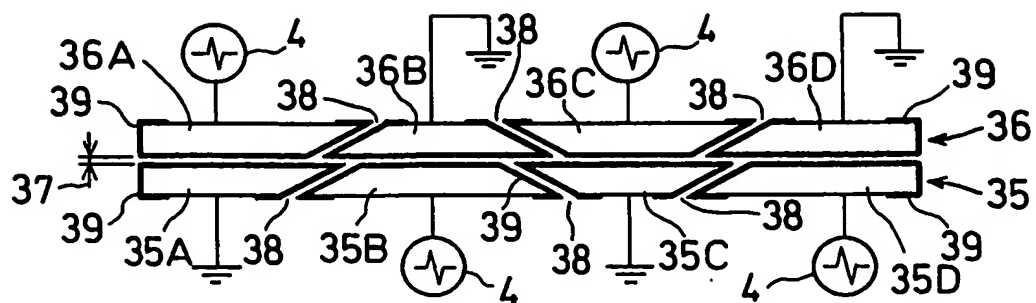
【図 3】



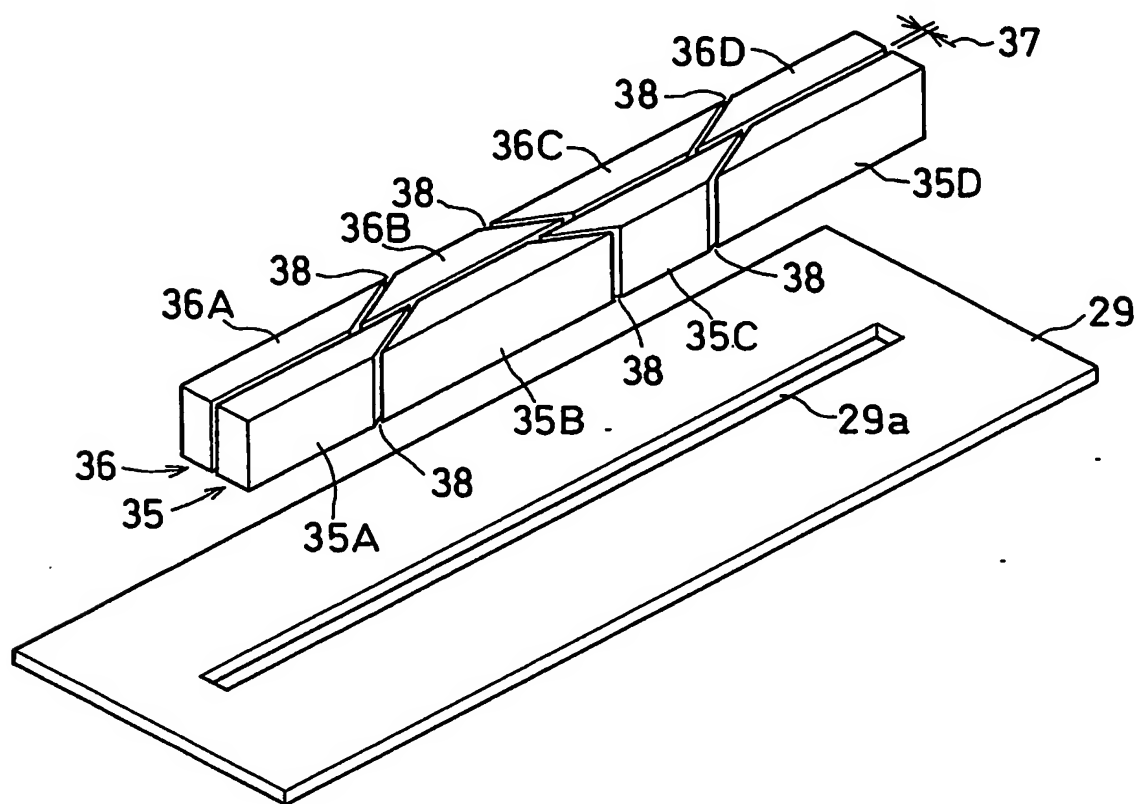
【図 4】



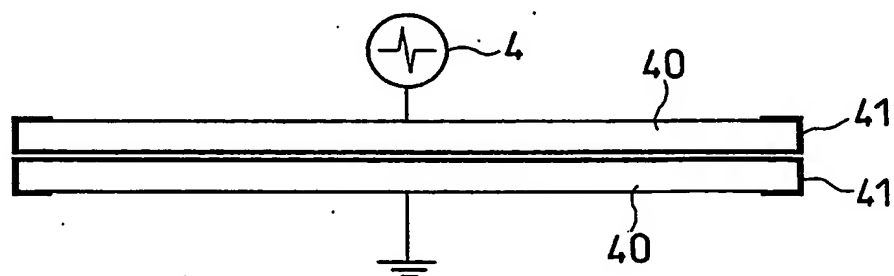
【図 5】



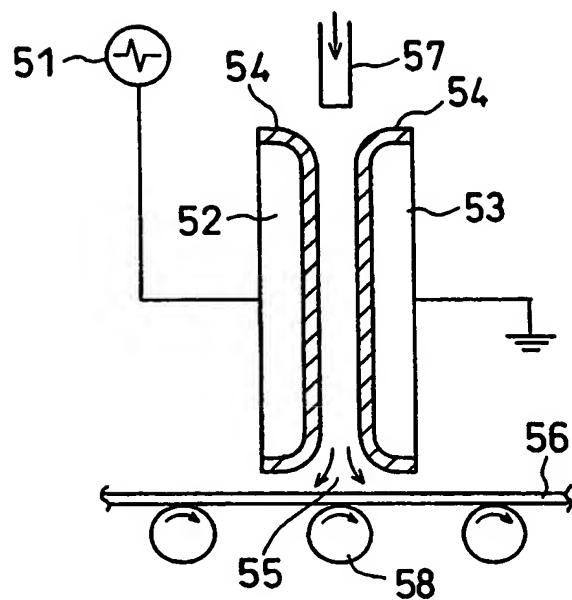
【図 6】



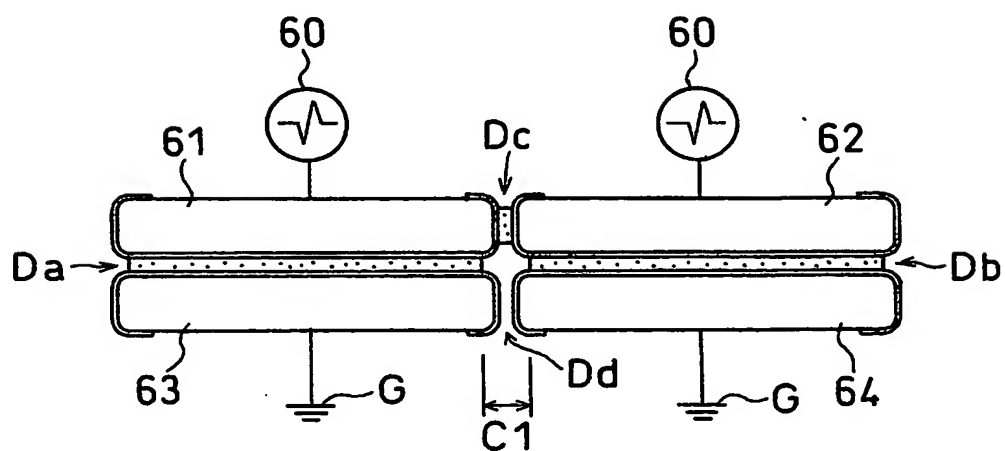
【図 7】



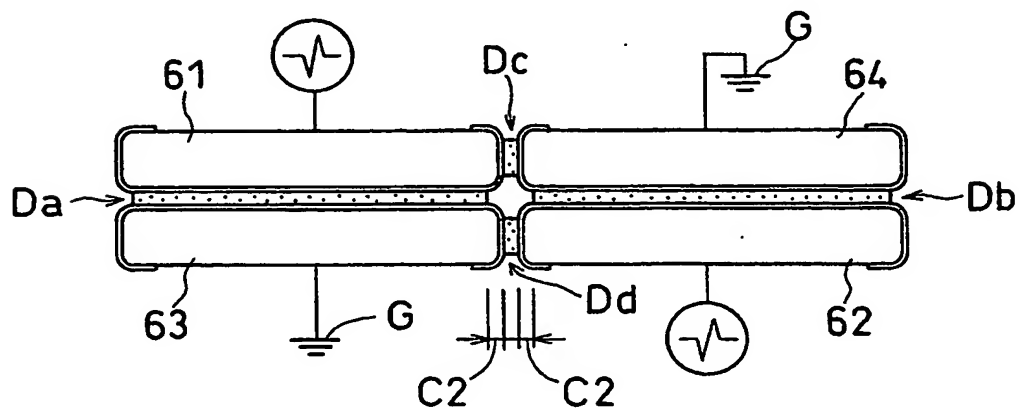
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 複数の電極部材で構成され、放電の立たない領域を補完して幅の広い被処理物の均一なプラズマ処理が行えるプラズマ処理装置の電極構造を提供する。

【解決手段】 複数の電極部材 23A, 23B を一直線状に並べた第1電極群 23 と、他の複数の電極部材 24A, 24B を一直線状に並べた第2電極群 24 とを備え、第1電極群と第2電極群とを中心間隙 25 を有して対向させ、第1電極群と第2電極群とに電源 4 から極性の異なる電圧を印加して中心間隙内で放電させ、中心間隙を介して処理ガスを流しワーク W に吹き付けてプラズマ処理を行うプラズマ処理装置の電極構造は、第1電極群および第2電極群を構成する電極部材は、中心間隙 25 と傾斜して交差する傾斜間隙 26 により複数に分割され、隣接する電極部材には極性の異なる電圧を印加して傾斜間隙 26 内でも放電させる。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 3 - 3 4 2 1 9 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 1 7 4]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市北区西天満 2 丁目 4 番 4 号

氏 名

積水化学工業株式会社